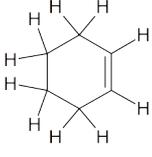
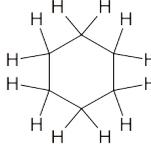
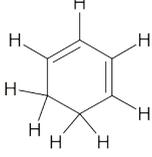
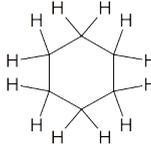
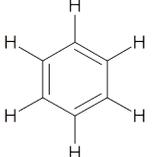
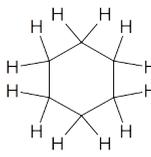


1. Berechnen Sie die Hydrierungswärme von zyklischen Alkenen mit Hilfe folgender mittlerer Bindungsenergien pro mol: π -Bindung (= über Einfachbindung hinausgehende Bindung, C=C): 265 kJ/mol; Bindung (H-H): 435 mol kJ/mol; Bindung (C-H): 410 kJ/mol

Reaktionsgleichung		Hydrierungswärme pro mol
 Cyclohexen	$+ \text{H}-\text{H} \rightarrow$  Cyclohexan	berechnet: gemessen: - 120 kJ
 1,3-Cyclohexadien	$+ 2 \text{H}-\text{H} \rightarrow$  Cyclohexan	berechnet: gemessen: -230 kJ
 „1,3,5-Cyclohexatrien“	$+ 3 \text{H}-\text{H} \rightarrow$  Cyclohexan	berechnet: gemessen: - 206 kJ

Fazit:

Beschreibung der Bindungsverhältnisse im Benzen

Benzen ist eben nicht *1,3,5-Cyclohexatrien*! Es besitzt auch nicht drei Doppelbindungen und auch nicht drei Einfachbindungen zwischen den C-Atomen. Statt Doppel- und Einfachbindungen besitzt es 1,5-fach-Bindungen. Jede der sechs C-C-Bindungen ist dabei völlig gleichwertig. Das zeigt sich auch daran, dass die Bindungsabstände der C-C-Bindungen alle exakt gleich lang sind. Gäbe es Doppelbindungen, wäre deren C-C-Bindungsabstand kürzer als der der C-C-Einfachbindungen. Im Gegensatz zu den Cycloalkanen und Cycloalkenen ist Benzen auch **absolut planar** gebaut.

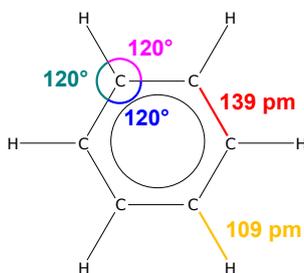


Abb. 1: Molekülgeometrie von Benzen (Quelle: wikicommons. Autor: Haltopub)

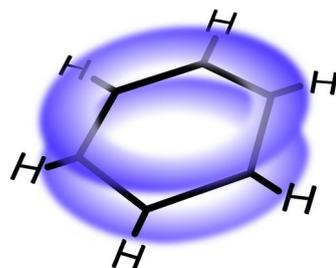


Abb. 2: delokalisierte π -Elektronen des Benzens (wikicommons. Autor: Roland.chem)

Sechs bindende Elektronenpaare halten die C-Atome als Grundgerüst zusammen. Die Elektronen dieser Bindungen sind zwischen den gebundenen C-Atomen **lokalisiert**. Darüber hinaus gibt es weitere sechs

Elektronen, deren Ladungsdichte völlig gleichmäßig über den Ring verteilt und beweglich ist. Im Benzen liegen also auch sechs **de-lokalisierte π -Elektronen** vor.

Man kann den wahren Bindungszustand nicht als LEWIS-Formel darstellen, denn diese erlaubt nur die Darstellung von Einfach- und Doppelbindungen etc. Für 1,5-fach-Bindungen oder beispielsweise 1,333-fach-Bindungen sind keine Symbole vorgesehen. Um trotzdem die Struktur darstellen zu können, hat man sich auf ein Verfahren geeinigt: Man gibt bei solchen Molekülen mit delokalisierten Elektronen gleich alle **mesomere Grenzformeln** an. Sie drücken in ihrer Gesamtheit den tatsächlichen Bindungszustand am besten aus. Zur Entwicklung der mesomeren Grenzformeln muss man das Grundgerüst unverändert lassen. Die delokalisierten Elektronen kann man in der Darstellungen umklappen. Dieses Phänomen, dass sich die Bindungsverhältnisse nicht durch eine einzige Strukturformel wiedergeben lassen, wird als **Mesomerie** bezeichnet.

Die **Mesomerieenergie** ist die Energie, um die ein Aromat gegenüber einem hypothetischen Moleküle mit lokalisierten π -Bindungen stabiler ist. Dieser Betrag wurde für Benzen in Aufgabe 1 berechnet. Die Mesomerieenergie im Benzen beträgt kJ/mol.

2. Entwickeln Sie die mesomeren Grenzformeln von Benzen.